

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-148947

(43)Date of publication of application : 02.06.1999

(51)Int.Cl.

G01R 1/067
H01L 21/66

(21)Application number : 10-038430

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 20.02.1998

(72)Inventor : MAEKAWA SHIGEKI
TAKEMOTO MEGUMI
MIKI KAZUNOBU
KANO MUTSUMI
OSADA TAKAHIRO

(30)Priority

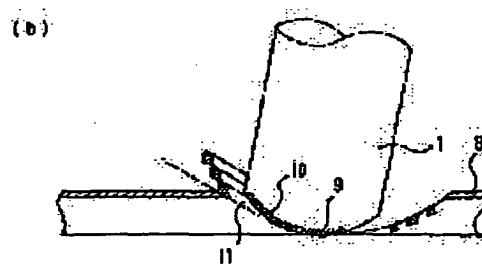
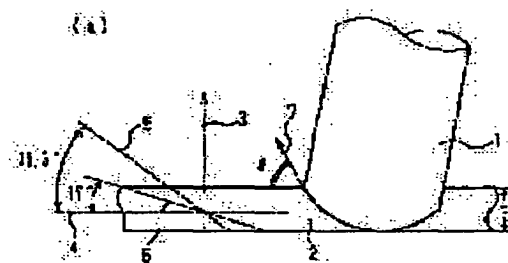
Priority number : 09248493 Priority date : 12.09.1997 Priority country : JP

(54) PROBE FOR TESTING OF SEMICONDUCTOR APPARATUS AND ITS MANUFACTURE AND PROBE APPARATUS USING THE PROBE NEEDLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase an area of true contact to a pad and obtain sure electric contact by setting an angle between a tangent of a leading end face of a probe at a surface of the pad and the surface of the pad when the pad is pressed to be a specific value or larger.

SOLUTION: An electric connection between a probe 1 and a pad 2 is obtained when the pad 2 is sheared and deformed thereby breaking an oxidation film 8 at a surface and a fresh face is brought in touch with the probe at the probing time. An angle because of the shearing and deformation is determined by an orientation at the time of sputtering. Theoretically, supposing that the shearing is brought about only with an angle of a slide face, the pad is sheared at 0° or 35.3° , that is, at angles so far from each other. However, experiments make it clear that a minimum angle of a slide face 6 enabling the shearing is 15° and an angle of the slide face bringing about the shearing stably is 17° . Therefore, a leading end of the probe is shaped so that an angle of a vector 7 in a tangential direction of the leading end to the surface of the pad is not smaller than 15° , preferably, not smaller than 17° , whereby the oxidation film 8 of the pad surface can be broken and the probe can be brought in touch with the fresh face of the pad, thus achieving sufficient electric connection.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
(12)【公報種別】公開特許公報(A)
(11)【公開番号】特開平11-148947
(43)【公開日】平成11年(1999)6月2日
(54)【発明の名称】半導体装置のテスト用プローブ針とその製造方法およびこのプローブ針を用いたプローブ装置
(51)【国際特許分類第6版】

G01R 1/067

H01L 21/66

【F I】

G01R 1/067 A

H01L 21/66 B

【審査請求】未請求

【請求項の数】13

【出願形態】OL

【全頁数】15

(21)【出願番号】特願平10-38430

(22)【出願日】平成10年(1998)2月20日

(31)【優先権主張番号】特願平9-248493

(32)【優先日】平9(1997)9月12日

(33)【優先権主張国】日本(JP)

(71)【出願人】

【識別番号】000006013

【氏名又は名称】三菱電機株式会社

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)【発明者】

【氏名】前川 滋樹

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】竹本 めぐみ

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】三木 一伸

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】加納 睦

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】長田 隆弘

【住所又は居所】東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74)【代理人】

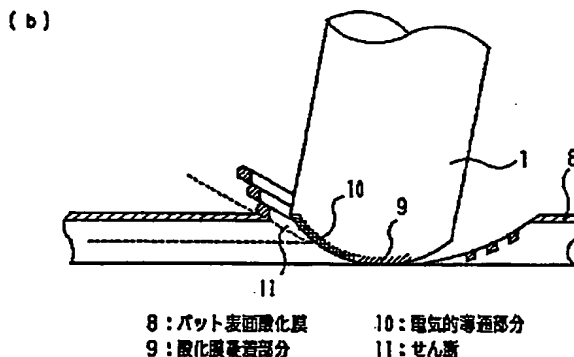
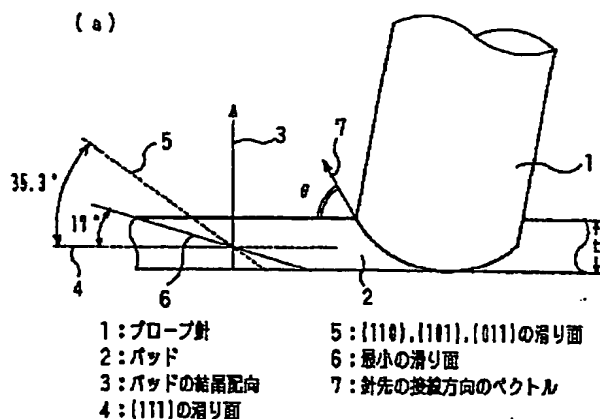
【弁理士】

【氏名又は名称】宮田 金雄 (外2名)

(57)【要約】

【課題】 プローブ針先端とパッドとの真接触面積を大きくして、確実な電氣的接触が得られるプローブ針を得る。

【解決手段】 プローブ針1の先端形状を、先端部を半導体集積回路のテストパッド2に押圧した時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線と上記パッド表面とのなす角度 θ が15度以上であるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端部を半導体装置のテストパッドに押圧し、上記先端部と上記パッドを電氣的接触させて、上記半導体装置の動作をテストするテスト用プローブ針において、上記プローブ針の先端形状は、押圧時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線と上記パッド表面とのなす角度が15度以上であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、その曲率半径をR、パッドの厚さをtとし、押圧時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線がパッド表面となす角度を θ とすると、上記球状の曲面は $\theta = \cos^{-1} \{ (1 - t/R) \} \geq 15^\circ$ となる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項3】 請求項2記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、かつプローブ先端に平坦部を設けたことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項4】 請求項3記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、上記平坦部の半径をrとしたとき、上記球状の曲面は

$$\theta = \cos^{-1} \left[\left\{ (R^2 - r^2)^{1/2} - t \right\} / R \right] \geq 15^\circ$$

なる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項5】 樹脂材料で研磨砥粒を固めた研磨板にプローブ針を突き刺し、プローブ針の先端部を曲率半径Rの球状の曲面に加工する工程、上記プローブ針先端部を上記プローブ針よりも剛性の高い研磨板にこすり付け、上記球状の曲面に半径rの平坦部を有する形状に加工する工程、および上記プローブ針よりも剛性の低い研磨板で上記プローブ針を研磨することにより、上記球状の曲面と上記平坦部を滑らかに連続した形状とする工程を施すことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項 6】 先端部を半導体装置のテストパッドに押圧し、上記先端部と上記パッドを電気的接触させて、上記半導体装置の動作をテストする半導体装置のテスト用プローブ針において、上記プローブ針は、粉末状の原材料を焼結してなる線状の金属材料よりなり、上記プローブ針に熱処理を施し、その熱処理条件が、非酸化性ガス雰囲気中において、処理温度を上記金属材料の再結晶温度以下とし、上記非酸化性ガスの圧力を上げ上記金属材料の体積が時間経過とともに収縮する条件で加圧したことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法において、上記プローブ針はタングステンまたはタングステン合金よりなり、上記熱処理条件が、処理温度 3000℃以上 6500℃以下、加圧 200～2000 気圧、処理時間 0.5～5 時間であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項 8】 請求項 6 記載の製造方法により形成されたプローブ針において、上記プローブ針は、先端形状が球状の曲面で、その曲率半径が R、上記球状の曲面とつながる梁部分の直径が D であり、上記プローブ針が、倒れ角度 α で、厚さ t のテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テストパッドの底面との最も離れた距離を H としたとき、 $H = R - R \sin(\beta - \alpha) \cos \beta$ (ただし、 $\beta = \cos^{-1}(D/2R)$) なる接触条件を満たすことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 4、または 8 のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針、または請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の製造方法により形成された半導体装置のテスト用プローブ針において、上記プローブ針の先端をプラチナ (Pt)、イリジウム (Ir)、ロジウム (Rh)、金 (Au)、カドミウム (Cd)、またはこれらのいずれかの合金よりなる材料で被覆したことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 4、8、または 9 のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を用いたことを特徴とするプローブ装置。

【請求項 11】 請求項 1 ないし 4、8、または 9 のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥し、動作テストを行うことを特徴とする半導体装置のテスト方法。

【請求項 12】 請求項 1 ないし 4、8、または 9 のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせて、動作テストを行う際に、上記プローブ針と上記テストパッドの接触により形成されるプローブ痕の幅を管理することにより上記プローブ針の先端形状を管理することを特徴とする半導体装置のテスト方法。

【請求項 13】 請求項 1 ないし 4、8、または 9 のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥したことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体集積回路のウエハ、成膜法で作られた半導体製品等の半導体装置の動作テストを行うためのプローブ針とその製造方法およびこのプローブ針を用いたプローブ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のプローブ針は、図 13(a)に示すように、先端が鉤型に曲げられたプローブ針 202 を上下動するプローブ装置 (通称：プローブカード) 201 に取り付け、半導体集積回路のテストパッド (以下パッドと称する) に押しあてる際にパッド表面の酸化膜を破ってパッド新生面に真接触 (電気的接触) をさせてテスト (プロービング) を行っていた。このプロービングの際のプローブ針先端の様子を図 13(b)に示す。説明をわかりやすくするため、大きさなどをモデル化している。図 13(b)に示すように、従来のプローブ針の先端 200 はもともとその先端がフラットに仕上がっているか、また意図的に球状の曲面に加工していてもその曲面を球と近似したときの曲率半径 R が 20～30 μm 以上と大きいため、例えば、プロービング時にはまず、先端フラット部全体が接触し、パッド 203 の表面の酸化膜 204 や表面の汚染物質が介在したままのプロービングとなる。プローブがパッドに押し当てられるにつれ、パッド表面の酸化膜 204 の一部が破れて電気的真接触する導通部分 206 ができ、導通テストがおこなわれる。しかし、プロービングを繰り返すことで、最も応力が大きくなるプローブ「かかと」部分 205 に酸化膜 204 が堆積していくため、パッドとの真接触面積が少なくなり、導通が不安定になる。そこで、例えば特開平 6-18560 号公報に示されているように、針先に振動を与えることにより、電気的な接触が確実に得られるようにしている。

【0003】また、プローブ材料に使用されているタングステンが粉末焼結体で材料内部に欠陥があることからプローブ針として先端形状を加工することで、その表面に材料欠陥 (空孔) が現れる。このプローブ先端面に現れた材料欠陥にアルミ等のパッド材料が入り込み、付着核を形成、付着物が成長して、接触抵抗が増大していた。そこで、例えば特開平 5-140613 号公報ではタングステンの素材に熱処理を行って材料欠陥を除去している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のプローブ針は以上のように構成されており、図 13に示すように、電気特性テスト時にプローブ針先端とパッドとの真接触面積 (電気的導通部分 206) が極端に小さく、十分な導通が得られない場合があった。また、タングステンプローブ針材料は内部に空孔欠陥があり、これを潰すために熱処理することが考えられるが、再結晶温度以上での熱処理をかけるとプローブ材料がもろくなってしまう問題があった。

【0005】本発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、プローブ針先端とパッドとの真接触面積を大きくして、確実な電気的接触が得られるプローブ針とその製造方法およびこのプローブ針を用いたプローブ装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の第 1 の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、その先端形状が、先端部を半導体装置のテストパッドに押圧した時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線と上記パッド表面とのなす角度が 15 度以上であるものである。

【0007】本発明の第2の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、第1の構成のプローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、その曲率半径をR、パッドの厚さをtとし、押圧時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線がパッド表面となす角度を θ とすると、上記球状の曲面が

$$\theta = \cos^{-1} (1 - t/R) \quad 0 \leq \theta \leq 15^\circ$$

となる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面であるものである。

【0008】本発明の第3の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、第2の構成のプローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、かつプローブ先端に平坦部を設けたものである。

【0009】本発明の第4の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、第3の構成のプローブ針において、上記平坦部の半径をrとしたとき、上記球状の曲面が

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{1}{2} (R^2 - r^2)^{1/2} - t \right] / R \quad 0 \leq \theta \leq 15^\circ$$

なる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面であるものである。

【0010】本発明の第1の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法は、樹脂材料で研磨砥粒を固めた研磨板にプローブ針を突き刺し、プローブ針の先端部を曲率半径Rの球状の曲面部に加工する工程、上記プローブ針先端部を上記プローブ針よりも剛性の高い研磨板にこすり付け、上記球状の曲面部に半径rの平坦部を有する形状に加工する工程、および上記プローブ針よりも剛性の低い研磨板で上記プローブ針を研磨することにより、上記球状の曲面部と上記平坦部を滑らかな連続形状とする工程を施すものである。

【0011】本発明の第2の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法は、プローブ針が、粉末状の原料を焼結してなる線状の金属材料よりなり、上記プローブ針に熱処理を施し、その熱処理条件が、非酸化性ガス雰囲気中において、処理温度を上記金属材料の再結晶温度以下とし、上記非酸化性ガスの圧力を上げ上記金属材料の体積が時間経過とともに収縮する条件で加圧したものである。

【0012】本発明の第3の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法は、プローブ針がタングステンまたはタングステン合金よりなり、上記プローブ針に熱処理を施し、その熱処理の条件を、処理温度300℃以上650℃以下、加圧200～2000気圧、処理時間0.5～5時間としたものである。

【0013】本発明の第5の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、上記第2の方法により形成されたプローブ針において、上記プローブ針の先端形状が球状の曲面で、その曲率半径がR、上記球状の曲面とつながる梁部分の直径がDであり、上記プローブ針が、倒れ角度 α で、厚さtのテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テストパッドの底面との最も離れた距離をHとしたとき、 $H = R - R \sin(\beta - \alpha) \leq t$ (ただし、 $\beta = \cos^{-1}(D/2R)$)

なる接触条件を満たすものである。

【0014】本発明の第6の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、上記第1～第5のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針、または上記第1～第3のいずれかの方法により形成された半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ針の先端をプラチナ(Pt)、イリジウム(Ir)、ロジウム(Rh)、金(Au)、カドミウム(Cd)、またはこれらのいずれかの合金よりなる材料で被覆したものである。

【0015】本発明に係るプローブ装置は、上記第1～第6のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針を用いたものである。

【0016】本発明に係るテスト方法は、上記第1～第6のいずれかの構成によるプローブ針を半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥し、動作テストを行うものである。

【0017】本発明に係る別のテスト方法は、上記第1～第6のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせて、動作テストを行う際に、上記プローブ針と上記テストパッドの接触により形成されるプローブ痕の幅を管理することにより上記プローブ針の先端形状を管理するものである。

【0018】本発明に係る半導体装置は、上記第1～第6のいずれかの構成によるプローブ針を半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥したものである。

【0019】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1は本発明の実施の形態1によるプローブ針とパッドの状態を示す説明図である。図において、1はプローブ針、2はパッド、3はパッドの結晶配向、4、5、6は滑り面、7は針先の接線方向ベクトル、8はパッド表面酸化膜、9は酸化膜凝着部分、10は電氣的導通部分、11はせん断である。図1(b)に示すように、プローブ針1とパッド2の電氣的導通は、プロービングの際、パッド2をせん断変形して表面の酸化膜8を破り、パッド新生面と接触することで得られる。せん断変形の起こりうる角度は、スパッタ時の配向で決まっている。例えば、アルミパッドの場合は、図1(a)に示すように、スパッタ時のパッド2の結晶配向3が(111)にそろったいわゆるC軸配向になっていることが知られている。この(111)の滑り面4がパッド表面となす角度は0度である。また、他の滑り面のなかで、パッド表面となす角度が最も小さな滑り面5は(110)及び(101)及び(011)であり、その角度は35.3度である。滑り面の角度でしかせん断が起こり得ないとすれば0度もしくは35.3度、といった、飛び飛びの値でしか、せん断しない筈である。しかし、実験結果からは、飛び飛びの値ではなく、様々な角度でせん断していることがわかった。これは、上記滑り面4と上記滑り面5に沿ったせん断が組み合わさり、図1(b)に示すようなせん断11が起こっているためである。実験から明らかになったせん断が起こりうる最小の滑り面6の角度は15度であり、安定してせん断が起こる滑り面の角度は17度である。よって、針先の接線方向ベクトル7がパッド表面となす角度が15度以上、望ましくは17度以上になるような針先形状であれば、パッド表面の酸化膜8を破り、パッド新生面と接触することができ、十分な電氣的導通が得られるようになる。

【0020】実施の形態2. 上記実施の形態1に示す先端形状のプローブ針において、図2に示すように、針先端形状を半径Rの球状の曲面にしたとき、パッド2の膜厚をt、パッド表面で針先端曲面の接線方向とパッド表面となす角度を θ とすると、Rと θ とtには、 $R - R \cos \theta = t$

なる関係がある。よって、

$$\theta = \cos^{-1} (1 - t/R) \quad 0 \leq \theta \leq 15^\circ$$

を満たすような球状の曲面形状に針先端形状を設計すれば、パッドを小さな力で滑らかにせん断変形させることができ、プローブ針先端が新生面と接触し、十分な電氣的導通が得られるようになる。なお、パッド材料のせん

断変形が起こる滑り面の角度とプローブ先端形状の関係を分かりやすく説明するためプローブ針先端面の形状を球面として図示、説明したが、実際には完全な球面である必要はなく、球面に近い曲面形状であれば効果を得ることができる。

【0021】上記先端形状は、図6(a)に示すように、研磨砥粒61を合成樹脂62で固めた研磨板63にプローブ針1を繰り返し突き刺すことにより得ることができる。例えばタングステンプローブ針先端がフラットな状態から始めて、シリコンゴムと#3000番手のダイヤモンド砥粒をおよそ1:3の重量比で構成した上記研磨板に3000~4000回突き刺すことで、R15μm程度の球面状曲面となる。さらに上記研磨材料のダイヤモンド砥粒を#6000~10000としたものに数百回突き刺すことで、プローブ針先端の面粗さがおよそ1μm以下に向上する。

【0022】このプローブ針1を使って、アルミパッド2につけたプローブ痕を図3に示す。プローブ先端で排出されたアルミ31が層状(ラメラ)構造になっていることから、プローブ先端がテストパッド材料に連続してせん断変形を起こしているのがわかる。上記層状構造はアルミパッドの厚さ0.8μmを越えて積層されており、アルミパッド上に突起を形成するような排斥形態となっている。上記アルミパッドの突起部分は、上記アルミパッドに外部からのワイヤボンディングをする際に、アルミパッドとワイヤの接触・接合の起点となる効果があり、ボンディング時間やボンディング強度の向上が期待できる。また、プローブ針先端とアルミパッドの接触部に延性破壊の証拠となるディンプル32が観察されることから、プローブ針先端とアルミパッド材料間で新生面同士が接触していることが分かる。この針を用いて導通試験した結果、20000回を越えるコンタクトにおいて、導通不良はほとんど起こっていない。なお、本実施の形態ではテストパッド材料としてアルミを例にあげたが、パッド材料がアルミと同様の滑り変形(せん断変形)をする材料であれば同様の効果を得ることができる。

【0023】実施の形態3. 図4に示すように、先端形状が球状の曲面であるテスト用プローブ針において、上記プローブ針とパッドとの接触により形成されるプローブ痕の幅Wとしたとき、プローブ針先端の曲率半径Rとの関係は

$$(W/2)^2 = R^2 - (R - t)^2$$

であり、従って、

$$R = (W^2 + 4t^2) / 8t$$

で示される。つまり、プローブ痕の幅を監視することにより針先端の曲率半径Rが求められ、針形状を管理できる。例えば、今パッドの厚さが0.8ミクロンである場合、テストパッドにつけられたプローブ痕の幅を光学顕微鏡で観察した結果、その幅が9ミクロンなら、プローブ先端の曲率半径はおおよそ13ミクロンであることがわかる。このようにプローブ痕を光学顕微鏡で観察し、その幅を測定することで、プローブ先端形状の管理が容易にできるようになり、従来、プローブ装置(プローブカード)をいちいち取り外してオフラインでプローブ先端を検査していた工程が省略できるようになる。

【0024】実施の形態4. 図5は本発明の実施の形態4によるプローブ針を示す図である。プローブ針をテストパッドに接触させる動作を実行するためにプローバといった装置を使用するが、プローブ針の位置決めのために、上記プローバの機種によってはプローブ先端を光学的に認識して位置決めするタイプのものがある。実施の形態1に示したプローブ針の先端の曲率半径が数ミクロン程度

になった場合、針先端が球状の曲面であり、針先端を観測している光学系の焦点進度が浅いため、画像認識ができず、自動位置合わせができない場合がある。そこで、本実施の形態では、図5に示すように、針先端に平坦部51を設けた。これにより針先端の画像認識が良好となり、自動位置合わせの時間が短縮できる。また、この平坦部51は完全な平面でなくとも、焦点深度3~6μm程度の光学系が認識できる程度の平坦度を有する平面、または大きな曲率半径を有する球状の曲面であれば良い。

【0025】実施の形態5. 上記実施の形態4の先端形状のプローブ針において、図5(a)(b)に示すように、プローブ先端球面部52の曲率半径をR、プローブ先端平坦部51の半径をr、テストパッドの膜厚をt、パッド表面でプローブ先端球面部52の接線方向とパッド表面がなす角度をθとしたとき、

$$(R^2 - r^2)^{1/2} - R \cos \theta = t$$

なる関係があることから、

$$\theta = \cos^{-1} \{ \{ (R^2 - r^2)^{1/2} - t \} / R \} \approx 15^\circ$$

なる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面に加工することにより、パッドがせん断変形してパッド表面の酸化膜を破り、プローブ先端がパッド新生面と接触することができ、十分な電気的導通が得られるようになる。ここで、実施の形態3と同様な針先端形状の管理を行うためには、

$$(W/2)^2 = R^2 - \{ (R^2 - r^2)^{1/2} - t \}^2$$

なる関係に基づいて同様な管理を行えばよい。

【0026】実施の形態6. 上記実施の形態4の先端形状のプローブ針において、図5(a)に示すように、平坦部51と球面部52を滑らかにつなぐ曲面53を設ける。先端球面部52に平坦部51があり、曲面53により球面部52と連続形状となったプローブ針は、まず、図6(a)に示すように、研磨砥粒61を合成樹脂62で固めた研磨板63にプローブ針1を繰り返し突き刺して針先端の曲率半径Rを整え、球状の曲面部52を形成する。次に図6(b)に示すように、プローブ針1よりも剛性の高いセラミック板64にこすり付けることにより、平坦部51を設ける。その後、さらにプローブ針1に比べて剛性の低い研磨板(ポリッシャ)65で研磨することにより、平坦部51と球状の曲面部52をなめらかな曲面53でつなぐ。このことにより、パッドへの応力集中が減少し、パッドやパッドの下層へのダメージを軽減できる。図7(a)(b)はパッドにかかる応力分布を示す図であり、図7(a)(b)は各々研磨板65による研磨前後の状態を示す。

【0027】図3に示したように、上記実施の形態1~6のプローブ針を使用するとテストパッド材料が特徴的な変形形態を示す。プローブ先端部分で連続した材料のせん断変形が発生し、パッド材料の排斥痕は層状に積み上げられた構造(ラメラ構造)31となる。このラメラ構造が形成されて、テストパッド材料が排斥されるときは、テストパッド材料の変形抵抗も小さく、この結果、テストパッド層の下層への応力負荷も軽減される。また、このようにパッド上に層状に積み上げられた突起部分ができることで、パッドに対するワイヤボンディング時の接合核形成が促進される。この結果、ボンディング時の超音波加振時間が短くて済んだり、ボンディング強度の向上が望める。

【0028】実施の形態7. 図8は本発明の実施の形態7によるプローブ針と一般的なプローブ針との違いを示すため、各タングステン針の断面にエッチングを施した後にSEM撮影したものである。図8(a)は一般的なタングステンプローブ針の組織であり、図8(b)は上記タングステン針を熱処理した後の組織である。タング

ステンプローブ針は焼結体であるため、焼結後の材料には空孔が含まれる。この空孔を潰すため、焼結後の材料を機械加工で圧延し、さらに線引き加工して、針状結晶組織としているが、それでも1～2%の空孔（空隙）がある。そこで、この空孔を潰すための熱処理を施したいが、タングステン材料が再結晶する温度領域での熱処理を加えると上記タングステン材料の針状結晶組織がくずれ、タングステン本来の材料強度が失われてしまう。そこで、本実施の形態では、比較的低温度で外部から高圧力を加え、温度と圧力の相乗効果で、タングステン材料内部の空孔を潰すようにしている。プローブ針のように線引き加工された金属材料は材料内部にかなりの加工歪（残留応力）が残っている。この加工歪みによって、特に結晶粒界付近のランダムに配列した金属原子は化学的ポテンシャルエネルギーが高くなっていると考えられ、比較的低い温度でも上記金属原子の移動が起こると考えられる。そこで、この加工歪大きな金属材料を比較的低温にさらして金属原子が移動する際、さらに外部から静水圧をかけて上記金属材料内部の結晶粒界付近にある空孔をつぶすことを狙う。従って、熱処理条件としては材料の再結晶温度以下、圧力は上記金属材料が堆積収縮する圧力以上、その処理時間は処理される金属材料の体積収縮がおおよそ停止するまでとなるが、具体的には、処理温度が3000℃～6000℃、処理圧力が2000～20000気圧、処理時間は0.5～5時間で熱処理することで、空孔が激減する。上記熱処理条件範囲でも特に、処理温度5000℃、処理圧力10000気圧以上、処理時間1時間以上のときに空孔が激減することが実験から明らかとなった。なお、圧力条件については高い方が処理時間が短くて済むが、2000気圧が圧力装置の限界であった。通常、材料内部の空孔欠陥をつぶすためには、材料の再結晶温度（通常はその材料の融点の4～5割の温度）付近以上の温度で、高圧をかけて熱処理（HIP処理とよばれる）されるが、本実施の形態の場合は、例えばタングステンの融点3400℃に比べて、おおよそ1桁低い温度で熱処理し空孔をつぶすことができる。

【0029】この熱処理によって、プローブ材料を線引きした方向に著しく結晶配向が揃うことが見いだされ、この効果によって、プローブ先端を加工する際のエッチングや研磨レートが均一となり、針先端を非常になめらかな平滑面とできることが分かった。その結果、プローブ針先端に酸化物が付着しにくくなり、電気的導通の良いプロービングが可能となった。また、表1に示すように機械的性質も均一（ヤング率のばらつきが処理前には18.8～25.2×10³kgf/mm²であったのに対し、処理後には22.3～26.3×10³kgf/mm²）になるため、上記プローブ針を取り付けたプローブ装置を用いてプロービングすることで、プローブ針のばらつきを考慮した余分なオーバードライブ・荷重を減らすことができるようになる。

【0030】

【表1】

	引っ張り荷重	ヤング率
サンプル	gf	×10 ³ Kg f/mm ²
熱処理前品	12.800	18.8
	12.960	25.2
	13.060	18.8
熱処理品	13.520	22.3
	13.800	23.8
	13.840	26.3

【0031】また、プローブ先端面が平滑に加工できるようにするため、プローブが接触するテストパッド材

料との摩擦係数を小さくすることができ、従来のプローブ先端形状で球状の曲面の曲率半径が20～30ミクロン以上のもでも、パッド材料がプローブ先端で滑ってパッド材料がプローブ前方に押し出されるようになり、電気的接触抵抗が小さく安定する効果が得られることが分かった。従って、このプローブ針を熱処理した材料を使って、実施の形態4、5のプローブ針先端形状を構成することで安定した電気接触抵抗によるプロービングとプローブ先端位置の自動認識が可能となるため、テスト時間とテストコストが大幅に低減できるようになった。さらに、このプローブ針を熱処理したことで、従来からあるプローブ先端形状のものでも接触抵抗の安定化が図れる。例えば図9はプローブ先端部がパッドに接触する場合のプロービングの様子をモデル化して示したものである。プローブ針1は、先端形状が球状の曲面で、その曲率半径がR、球状の曲面とつながる梁部分の直径がDであり、上記プローブ針が、倒れ角度αで、厚さtのテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テストパッドの底面との最も離れた距離をHとして、

$$H = R - R \sin(\beta - \alpha) \cos t \quad (\text{ただし、} \beta = \cos^{-1}(D/2R))$$

なる接触条件を満たしてプローブ針が接触するようなプロービング条件で、形状の効果でパッド材料をせん断変形させるためには実施の形態1に示したような条件が必須であった。しかし、上記プローブ針を非酸化性雰囲気中において、処理温度を上記金属材料の再結晶温度以下とし、上記非酸化性ガスの圧力を上げ上記金属材料の体積が時間経過とともに収縮する条件で加圧し、材料欠陥を無くすことで、プローブ先端表面を非常に滑らかに仕上げる事ができる。この結果、パッド材料とプローブ先端面の摩擦係数が小さくなり、図9に示すような接触状態であれば、パッド材料が前方に押し出され、プローブ先端面でパッド材料の新生面と接触できるようになる。この熱処理効果によって、従来のプローブ先端形状でも安定してコンタクトできるようになることが分かった。

【0032】実施の形態8. 図10は本発明の実施の形態8によるプローブ針を示す図である。プロービング時のプローブ針90の先端とパッド2の接触面はせん断変形によって、10000以上の高温となる場合がある。タングステンは高温で非常に酸化しやすいため、酸化を防止するため、実施の形態7に示された熱処理を行ったプローブ針90の先端部分に膜厚0.01～0.1μmのPt、Ir、Rh、Au、Cdおよびそれら合金からなる表面コーティング層91をメッキ、蒸着する。このプローブ針を取り付けたプローブ装置を用いてプロービングすることで、プローブ針先に酸化物が付着しにくくなり、電気的導通の良いプロービングができる。

【0033】実施の形態9. 図11は本発明の実施の形態9によるプローブ装置を示す断面構成図である。カンチレバー方式プローブ針100を有し、プローブ針のつけられていない側の面からプローブ針100の先端部が見えるような開口部を有するプローブ装置において、プローブ基板101の、針の取り付けられていない側の面に、プローブ先端位置に対応して、プローブ先端にガスを吹き付けられるように構成したノズル105を有するプレート104をかぶせ、さらに上記プレート104を覆い、プレート104との間に空間ができるようなカバー103を取り付ける。上記カバー103にはガスを注入するためのチューブ102を取り付けており、上記カバー103とプレート104との間の空間にアルゴン、窒素といった非酸化性ガスを5～10リットル/分の割合

合で注入する。注入された非酸化性ガスはノズル105からプローブ針100の先端に直接吹き付けられるため、プローブ針先端付近の非酸化性ガス温度が高くなり、プローブ針100の酸化を防止することができるようになる。また、勢いよくガスが噴出するため、ウエハ上のゴミを除去できるようになる。さらに、このような構造をしたプローブ装置に、実施の形態7に示された熱処理を施したカンチレバー方式プローブ針を取り付けることで、電気的導通性が良くなり、かつ、プローブ針の酸化を防止することができる。

【0034】実施の形態10。図12は本発明の実施の形態10によるプローブ装置を示す断面構成図である。垂直式もしくはそれに類するプローブ針110を有し、プローブ固定板111、およびプローブ針110のガイド穴115を設けたプレート113など多層の構造からなるプローブ装置であり、上記プローブ固定板111およびガイド穴を設けたプレート113の間に空間を設けて、シール112により上記空間が密閉されるような機密シール構造とする。またガイド穴115はプローブ針径より1.2～1.5倍の径をしている。そのため、上記密閉された空間に非酸化性ガスを送り込むことで上記ガイド穴115から非酸化性ガスを2～5リットル/分の割合で噴出させることにより、プローブ先端近傍を非酸化性の雰囲気にて、プローブ針の酸化を防止することができる。また、勢いよくガスが噴出するため、ウエハ上のゴミを除去できるようになる。さらに、このような構造をしたプローブ装置に、実施の形態7に示された熱処理を施した垂直式もしくはそれに類するプローブ針を取り付けることで、電気的導通性が良くなり、かつ、プローブ針の酸化を防止することができる。

【0035】なお、上述した各実施の形態では、主として半導体集積回路のウエハテストをするためのプローブ針およびプローブ装置について述べたが、本発明によるコンタクトの方法によれば、例えば、成膜法等、他の製造プロセスによる半導体製品のテストに使うプローブ針にも適用ができ、電気的導通の良いプロービングができる。さらに、42アロイ等の素材上に柔らかい半田メッキをした半導体装置のリードフレームにコンタクトする場合にも本発明のプローブ針が適用可能であり、電気的導通の良いファイナルテストができる。また、半導体装置を実装した電子回路基板の動作テストにも適用ができ、電気的導通の良いプロービングができる。

【0036】

【発明の効果】以上のように、本発明の第1の構成による半導体装置のテスト用プローブ針によれば、その先端形状を、先端部を半導体集積回路のテストパッドに押圧した時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線と上記パッド表面とのなす角度が15度以上となるようにしたので、プロービング時にプローブ針先端が効率よくパッドをせん断変形でき、プローブ先端とパッドとが十分な電気的導通を得る接触面をもつことができるようになる。

【0037】また、本願発明の第2の構成による半導体装置のテスト用プローブ針によれば、第1の構成のプローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、その曲率半径をR、パッドの厚さをtとし、押圧時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線がパッド表面となす角度を θ とすると、上記球状の曲面を $\theta = \cos^{-1} \{ (1 - t/R) \} \geq 15^\circ$ となる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面としたので、プローブ先端で常にパッド内部の新生面が接触し十分な導通がとれるようになる。

【0038】また、本願発明の第3の構成による半導体装置のテスト用プローブ針によれば、第2の構成のプローブ針において、プローブ針先端に平坦部を設けたので、プロービング時に針の高さ合わせをする際、測定時の位置合わせの時間が短縮でき、測定のばらつきがなくなる。

【0039】また、本願発明の第4の構成による半導体装置のテスト用プローブ針によれば、第3の構成のプローブ針において、平坦部の半径をrとしたとき、上記球状の曲面を

$$\theta = \cos^{-1} \{ (R^2 - r^2)^{1/2} - t \} / R \geq 15^\circ$$

なる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面としたので、プローブ先端で常にパッド内部の新生面が接触し十分な導通がとれるようになる。

【0040】また、本発明の第1の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法によれば、樹脂材料で研磨砥粒を固めた研磨板にプローブ針を突き刺し、プローブ針の先端部を曲率半径Rの球状の曲面に加工する工程、上記プローブ針先端部を上記プローブ針よりも剛性の高い研磨板にこすり付け、上記球状の曲面部に半径rの平坦部を有する形状に加工する工程、および上記プローブ針よりも剛性の低い研磨板で上記プローブ針を研磨することにより、上記球状の曲面部と上記平坦部を滑らかな連続形状とする工程を施すので、プローブ針先端に平坦部を設け、その平坦部と針先球状曲面とを滑らかな曲面でつなぐような針先形状にでき、電気的導通性がよく、かつ、針位置合わせが容易にできるプローブ針が製造できる。また、パッドへの応力の集中が軽減され、パッドや、パッド下の層へのダメージが軽減できるようになる。

【0041】また、本発明の第2の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法によれば、プローブ針が、粉末状の原材料を焼結してなる線状の金属材料よりなり、上記プローブ針に熱処理を施し、その熱処理条件が、非酸化性ガス雰囲気中において、処理温度を上記金属材料の再結晶温度以下とし、上記非酸化性ガスの圧力を上げ上記金属材料の体積が時間経過とともに収縮する条件で加圧するようにしたので、上記金属材料の結晶の粗大化を抑制しながら、圧力の効果により、結晶粒界付近の空孔を潰すことができるため、上記空孔が激減し、機械的性質が一様になる。従って、上記熱処理をほどこしたプローブ針を用いることで、電気的特性がよく均一な針を提供することができるようになる。またその結果、パッドへのプローブ針の押圧量のマージンをへらすことができるようになり、小さな針荷重で全ての針の電気的導通がとれるようになる。

【0042】本発明の第3の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法によれば、プローブ針がタングステンまたはタングステン合金よりなり、上記プローブ針に熱処理を施し、その熱処理の条件を、処理温度3000以上6500以下、加圧200～2000気圧、処理時間0.5～5時間としたので、一般に内部に空孔があるタングステン等よりなるプローブ針の場合、プロービング時にこの空孔にパッドの酸化物などの電気抵抗の大きな物質が入り込み電気的導通が取れなくなることがあるが、適切な熱処理を施すことで、上記空孔が激減し、機械的性質が一様になり、電気的導通性がよく均一な針を提供することができるようになる。

【0043】本発明の第5の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針によれば、上記第2の方法により形成されたプローブ針において、上記プローブ針の先端形状が球状の曲面で、その曲率半径がR、上記球状の曲面とつながる梁部分の直径がDであり、上記プローブ針が、倒れ角度 α で、厚さtのテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テス

トパッドの底面との最も離れた距離をHとした

とき、

$$H = R - R \sin(\beta - \alpha) \cot \alpha \quad (\text{ただし、} \beta = \cos^{-1}(D/2R))$$

なる接触条件を満たすようにしたので、プローブ先端面の仕上げ面に材料欠陥が現れないため、従来からあるプローブ先端形状のプローブ針でも安定したコンタクトを得ることができるようになる。

【0044】本発明の第6の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針によれば、上記第1～第5のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針、または上記第1～第3のいずれかの方法により形成された半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ針の先端をプラチナ(Pt)、イリジウム(Ir)、ロジウム

(Rh)、金(Au)、カドミウム(Cd)、またはこれらのいずれかの合金よりなる材料で被覆したので、プロービング時のせん断変形によりパッドが高温となっても、プローブ針を構成する金属材料の酸化を防止することができ、電気的導通性のよい針を提供することができるようになる。

【0045】本発明に係るプローブ装置によれば、上記第1～第6のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針を用いたので、プローブ先端とパッドとの電気的導通性が良好なプローブ装置を得ることができる。

【0046】本発明に係るテスト方法によれば、上記第1～第6のいずれかの構成によるプローブ針を半導体装置のテストパッドに押し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥し、動作テストを行うようにしたので、テストパッド材料の新生面を安定してプローブ針の先端面に接触させることができ、電気的導通の良いプロービングができるようになる。

【0047】本発明に係る別のテスト方法によれば、上記第1～第6のいずれかの構成によるプローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせて、動作テストを行う際に、上記プローブ針と上記テストパッドの接触により形成されるプローブ痕の幅を管理することにより上記プローブ針の先端形状を管理するので、プローブ先端形状の管理が容易にできるようになる。

【0048】本発明に係る半導体装置によれば、上記第1～第6のいずれかの構成によるプローブ針を半導体装置のテストパッドに押し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥したので、テストパッド上に突起が形成される。上記突起を利用して、例えば、上記テストパッドにワイヤボンディングを施す際、ボンディング時間を短くすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1によるプローブ針とパッドの状態を示す説明図である。

【図2】 本発明の実施の形態2によるプローブ針とパッドの関係を示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態2によるプローブ針によりアルミパッドにつけたプローブ痕を示す図である。

【図4】 本発明の実施の形態3によるプローブ針とパッドの関係を示す図である。

【図5】 本発明の実施の形態4と5によるプローブ針、およびプローブ針とパッドの関係を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態6によるプローブ針の製造方法を説明する説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態6によるプローブ針のパッドにかかる応力を示す説明図である。

【図8】 本発明の実施の形態7によるプローブ針と一般的なプローブ針の組織をSEMにより撮影した図である。

【図9】 本発明の実施の形態7によるプローブ針とパッドの関係を示す図である。

【図10】 本発明の実施の形態8によるプローブ針を示す図である。

【図11】 本発明の実施の形態9によるプローブ装置を示す断面構成図である。

【図12】 本発明の実施の形態10によるプローブ装置を示す断面構成図である。

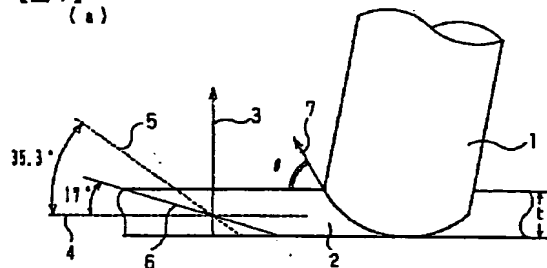
【図13】 従来のプローブ装置およびプローブ針とパッドの状態を示す説明図である。

【符号の説明】

1 プローブ針、2 パッド、3 パッドの結晶配向、4 (111)の滑り面、5 (110)、(101)、(011)の滑り面、6 最小の滑り面、7 針先の接線方向ベクトル、8 パッド表面酸化膜、9 酸化膜凝着部分、10 電気的導通部分、11 せん断、31 プローブ先端で排出されたアルミ、32 ティンブル

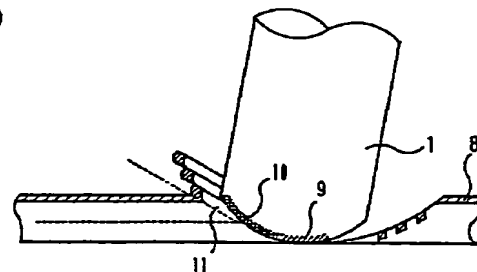
51 プローブ先端平坦部、52 プローブ先端球面部、53 曲面、61 研磨砥粒、62 合成樹脂、63 研磨板、64 セラミック板、65 ポリッシャ、90 プローブ針、91 表面コーティング層、100 カンチレバー方式プローブ針、101 プローブ基板、102 チューブ、103 カバー、104 プレート、105 ノズル、110 垂直式プローブ針、111 プローブ固定板、112 チューブ、113 プレート、114 気密シール、115 ガイド穴、200 プローブ針の先端、201 プローブカード、202 プローブ針、203 パッド、204 パッド表面酸化膜、205 プローブ針「かかと」部分、206 電気的導通部分。

【図1】
(a)



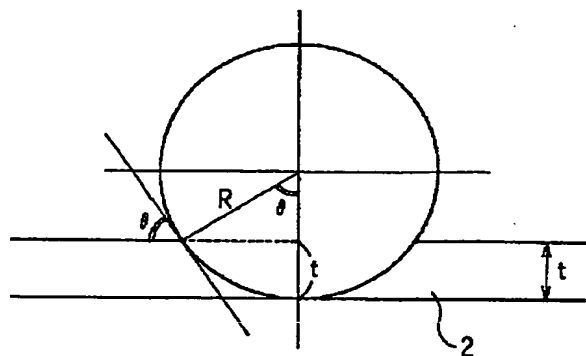
1:プローブ針
2:パッド
3:パッドの結晶配向
4:(111)の滑り面
5:(110),(101),(011)の滑り面
6:最小の滑り面
7:針先の接線方向のベクトル

(b)

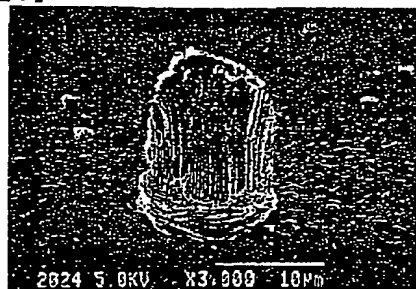


8:パッド表面酸化膜
9:酸化膜凝着部分
10:電気的導通部分
11:せん断

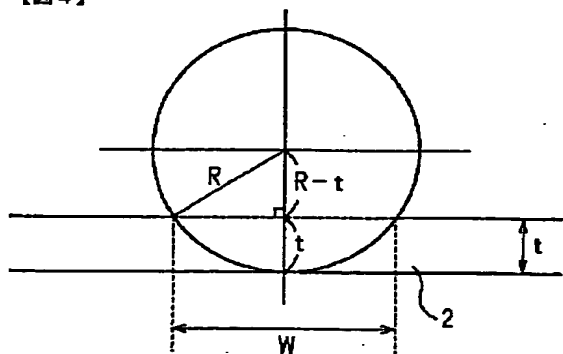
【図2】



【図3】

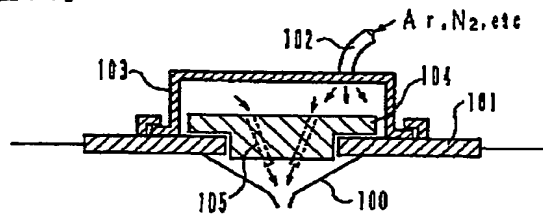


【図4】



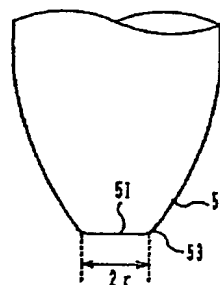
$$\left(\frac{W}{2}\right)^2 = R^2 - (R-t)^2$$

【図11】



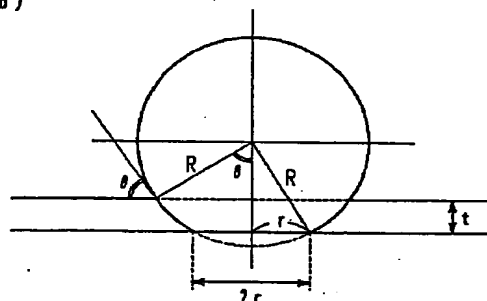
100: カンチレバー方式プローブ針
101: プローブ基板
102: チューブ
103: カバー
104: プレート
105: ノズル

【図5】
(a)

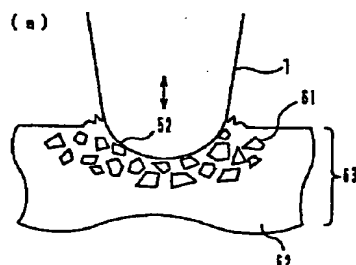


51: プローブ先端平坦部
52: プローブ先端球部
53: 曲面

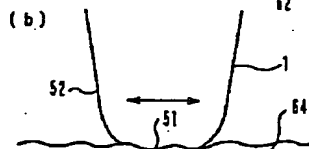
(b)



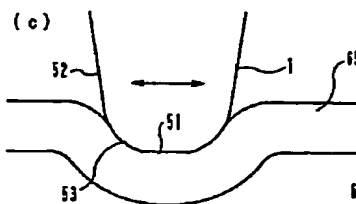
【図6】



61: 研磨砥粒
62: 合成樹脂
63: 研磨板

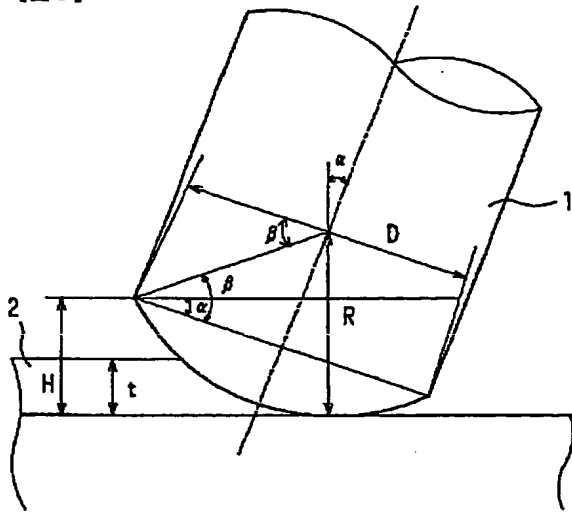


64: セラミック板

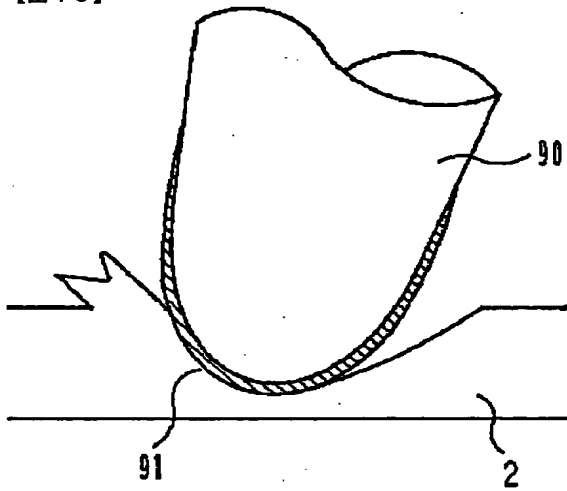


65: ポリッパ

【図9】

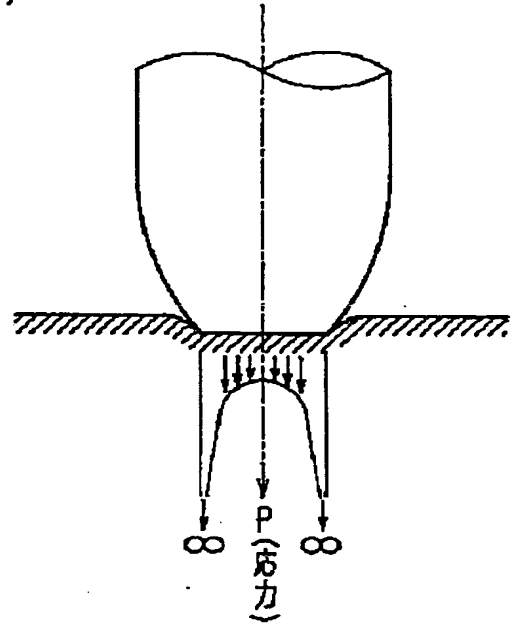


【図10】

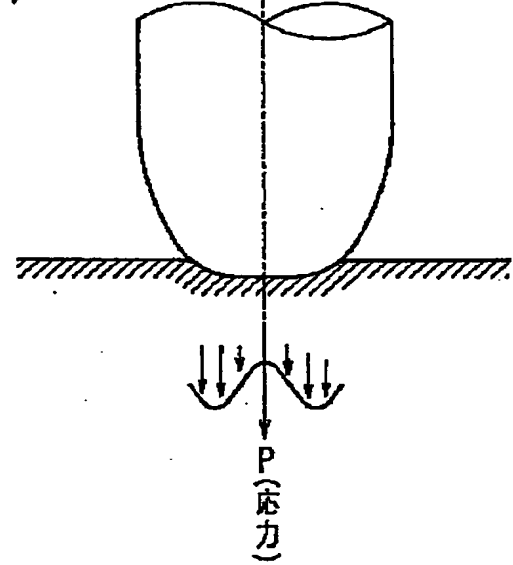


90: プローブ針
91: 表面コーティング層

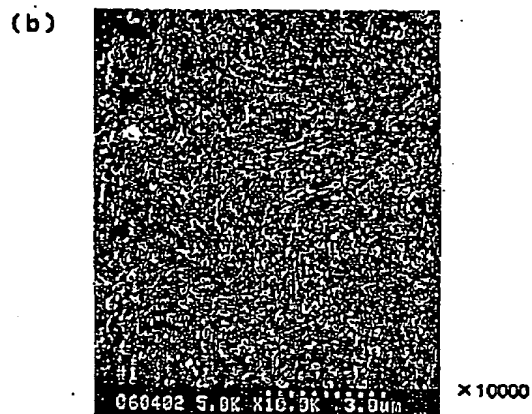
【図7】
(a)



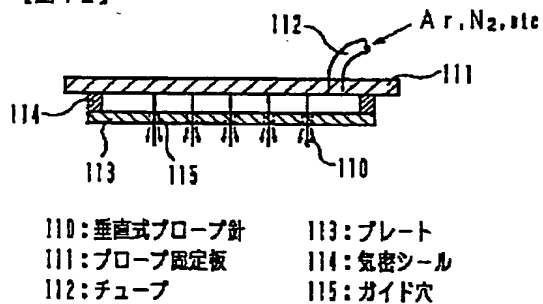
(b)



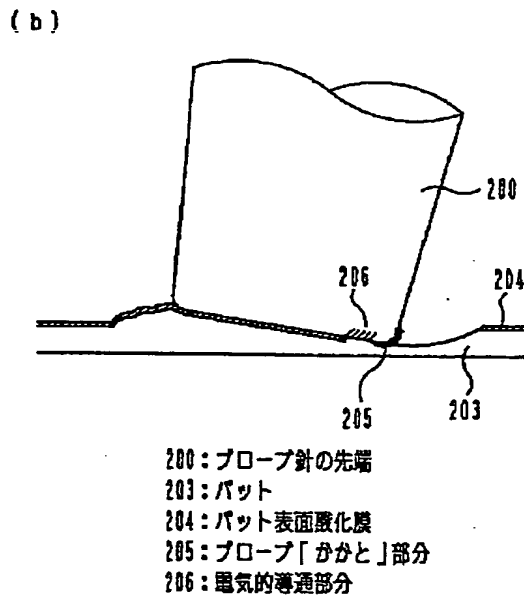
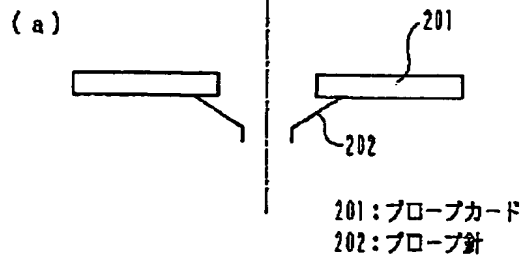
【図 8】



【図 12】



【図 13】



——【手続補正書】

【提出日】平成10年5月21日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端部を半導体装置のテストパッドに押圧し、上記先端部と上記パッドを電気的接触させて、上記半導体装置の動作をテストするテスト用プローブ針において、上記プローブ針の先端形状は、押圧時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線と上記パッド表面とのなす角度が15度以上であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、その曲率半径をR、パッドの厚さをtとし、押圧時のパッド表面におけるプローブ先端面の接線がパッド表面となす角度を θ とすると、上記球状の曲面は $\theta = \cos^{-1} \{ (1 - t/R) \} \geq 15^\circ$

となる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項3】 請求項2記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ先端形状が球状の曲面であり、かつプローブ先端に平坦部を設けたことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項4】 請求項3記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、上記平坦部の半径をrとしたとき、上記球状の曲面は

$$\theta = \cos^{-1} \{ [(R^2 - r^2)^{1/2} - t] / R \} \geq 15^\circ$$

なる関係を満たす曲率半径Rの球状の曲面であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項5】 樹脂材料で研磨砥粒を固めた研磨板にプローブ針を突き刺し、プローブ針の先端部を曲率半径Rの球状の曲面に加工する工程、上記プローブ針先端部を上記プローブ針よりも剛性の高い研磨板にこすり付け、上記球状の曲面に半径rの平坦部を有する形状に加工する工程、および上記プローブ針よりも剛性の低い研磨板で上記プローブ針を研磨することにより、上記球状の曲面と上記平坦部を滑らかに連続した形状とする工程を施すことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項6】 先端部を半導体装置のテストパッドに押圧し、上記先端部と上記パッドを電気的接触させて、上記半導体装置の動作をテストする半導体装置のテスト用プローブ針において、上記プローブ針は、粉末状の原材料を焼結してなる線状の金属材料よりなり、上記プローブ針に熱処理を施し、その熱処理条件が、非酸化性ガス雰囲気中において、処理温度を上記金属材料の再結晶温度以下とし、上記非酸化性ガスの圧力を上げ上記金属材料の体積が時間経過とともに収縮する条件で加圧したことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項7】 請求項6記載の半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法において、上記プローブ針はタングステンまたはタングステン合金よりなり、上記熱処理条件が、処理温度3000℃以上6500℃以下、加圧200～2000気圧、処理時間0.5～5時間であることを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項8】 請求項6記載の半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法において、上記プローブ針は、先端形状が球状の曲面で、その曲率半径がR、上記球状の曲面とつながる梁部分の直径がDであり、上記プローブ針が、倒れ角度 α で、厚さtのテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テストパッドの底面との最も離れた距離をHとしたとき、 $H = R - R \sin(\beta - \alpha) \cos \theta$ (ただし、 $\beta = \cos^{-1}(D/2R)$)

なる接触条件を満たす形状に形成したことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法。

【請求項9】 請求項5ないし8のいずれかに記載の製造方法により形成された半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項10】 請求項1ないし4、または9のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針において、上記プローブ針の先端をプラチナ(Pt)、イリジウム(Ir)、ロジウム(Rh)、金(Au)、カドミウム(Cd)、またはこれらのいずれかの合金よりなる材料で被覆したことを特徴とする半導体装置のテスト用プローブ針。

【請求項11】 請求項1ないし4、9、または10のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を用いたことを特徴とするプローブ装置。

【請求項12】 請求項1ないし4、9、または10のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥し、動作テストを行うことを特徴とする半導体装置のテスト方法。

【請求項13】 請求項1ないし4、9、または10のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせて、動作テストを行う際に、上記プローブ針と上記テストパッドの接触により形成されるプローブ痕の幅を管理することにより上記プローブ針の先端形状を管理することを特徴とする半導体装置のテスト方法。

【請求項14】 請求項1ないし4、9、または10のいずれかに記載の半導体装置のテスト用プローブ針を上記半導体装置のテストパッドに押圧し、テストパッド材料と上記プローブ針を相対滑りさせることで、テストパッド材料を層状に積み上げて排斥したことを特徴とする半導体装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】本発明の第4の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法は、上記第2の方法において、上記プローブ針の先端形状が球状の曲面で、その曲率半径がR、上記球状の曲面とつながる梁部分の直径がDであり、上記プローブ針が、倒れ角度 α で、厚さtのテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テストパッドの底面との最も離れた距離をHとしたとき、

$$H = R - R \sin(\beta - \alpha) \cos \theta \quad (\text{ただし、} \beta = \cos^{-1}(D/2R))$$

なる接触条件を満たす形状に形成するものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】本発明の第5の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、上記第1～第4のいずれかの方法により形成されたものである。また、本発明の第6の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針は、上記第1～第5のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ針の先端をプラチナ（Pt）、イリジウム（Ir）、ロジウム（Rh）、金（Au）、カドミウム（Cd）、またはこれらのいずれかの合金よりなる材料で被覆したものである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】本発明の第4の方法に係る半導体装置のテスト用プローブ針の製造方法によれば、上記第2の方法において、上記プローブ針の先端形状が球状の曲面で、その曲率半径がR、上記球状の曲面とつながる梁部分の直径がDであり、上記プローブ針が、倒れ角度 α で、厚さtのテストパッドに接触する際に、上記プローブ針の梁部分と球状の曲面が交わる交線と、上記テストパッドの底面との最も離れた距離をHとしたとき、

$$H = R - R \sin(\beta - \alpha) \cos t \quad (\text{ただし、}\beta = \cos^{-1}(D/2R))$$

なる接触条件を満たす形状に形成したので、プローブ先端面の仕上げ面に材料欠陥が現れないため、従来からあるプローブ先端形状のプローブ針でも安定したコンタクトを得ることができるようになる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】本発明の第5の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針によれば、上記第1～第4のいずれかの方法により形成したので、電気的導通性のよい針を提供することができるようになる。また、本発明の第6の構成に係る半導体装置のテスト用プローブ針によれば、上記第1～第5のいずれかの構成による半導体装置のテスト用プローブ針において、プローブ針の先端をプラチナ（Pt）、イリジウム（Ir）、ロジウム（Rh）、金（Au）、カドミウム（Cd）、またはこれらのいずれかの合金よりなる材料で被覆したので、プロービング時のせん断変形によりパッドが高温となっても、プローブ針を構成する金属材料の酸化を防止することができ、電気的導通性のよい針を提供することができるようになる。

フロントページの続き

(72)発明者 加納 睦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 長田 隆弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内